

**No title available.**

Patent Number: DE19643468

Publication date: 1998-04-23

Inventor(s): ROEDIG KARL-HEINZ (DE); SCHROPP ROLAND DIPL CHEM DR (DE); ZEUNER SIEGFRIED DIPL CHEM DR (DE); HOFMANN ACHIM DIPL CHEM DR (DE)

Applicant(s):: TEMIC BAYERN CHEM AIRBAG GMBH (DE)

Requested

Patent: ☐ DE19643468

Application

Number: DE19961043468 19961022

Priority Number

(s): DE19961043468 19961022

IPC

Classification: C06D5/06 ; C06B23/04 ; B60R21/26

EC

Classification: C06D5/06, C06B23/04

Equivalents:

☐ WO9817607 *deutsch*

---

**Abstract**

---

An azide-free solid mixture for pyrotechnically generating gas, in particular propellant gas for motor vehicle passenger protection systems, contains a fuel, an oxidiser and a coolant selected in the group of the inorganic carbonates. The disclosed mixture is characterised in that the proportion of coolant in the solid mixture amounts to at least 5 wt % and is shaped as coarse grains.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 43 468 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 06 D 5/06**  
C 06 B 23/04  
B 60 R 21/26

⑦① Aktenzeichen: 196 43 468.8  
⑦② Anmeldetag: 22. 10. 96  
⑦③ Offenlegungstag: 23. 4. 98

**DE 196 43 468 A 1**

⑦① **Anmelder:**  
TEMIC Bayern-Chemie Airbag GmbH, 84544  
Aschau, DE

⑦④ **Vertreter:**  
Prinz und Kollegen, 81241 München

⑦② **Erfinder:**  
Hofmann, Achim, Dipl.-Chem. Dr., 84570 Polling,  
DE; Schropp, Roland, Dipl.-Chem. Dr., 93105  
Tegernheim, DE; Rödiger, Karl-Heinz, 84559 Kraiburg,  
DE; Zeuner, Siegfried, Dipl.-Chem. Dr., 81369  
München, DE

⑤⑤ **Entgegenhaltungen:**

DE	1 95 05 568 A1
DE	44 35 790 A1
DE	44 23 088 A1
DE	43 17 717 A1
DE	42 09 878 A1
DE	25 36 099 A1
DE	24 59 667 A1
DE	24 39 771 A1
US	50 35 757 A
US	49 48 439 A
US	38 80 595 A
US	38 39 105 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Gaserzeugendes, azidfreies Feststoffgemisch**

⑤⑦ Ein Feststoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen besteht im wesentlichen aus  
a) einem Brennstoff aus der Gruppe der Verbindungen des Guanidins mit einem Anteil von 30 bis 60 Gew.-%;  
b) mindestens einem anorganischen Oxidator aus der Gruppe der Chlorate, Perchlorate oder Mischungen aus diesen, mit einem Anteil von 10 bis 60 Gew.-%; und  
c) einem Kühlmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate mit einem Anteil von 5 bis 25 Gew.-%.  
Damit wird ein gaserzeugendes, azid- und schwermetallfreies Treibstoffgemisch bereitgestellt, das aus ungiftigen Komponenten besteht, eine hohe thermische und chemische Stabilität aufweist, gut verarbeitbar und nicht hygroscopisch ist, eine ausreichend hohe Abbrandgeschwindigkeit sowie eine gute Anzündwilligkeit besitzt, wobei die Verbrennungstemperaturen gegenüber bekannten gaserzeugenden Mischungen merklich reduziert sind, der Anteil an gasförmig erzeugten Feinstaubpartikeln geringer ist, ein gut filtrierbarer, kondensierter Verbrennungsrückstand erzeugt wird, die Treibgaszusammensetzung im wesentlichen unbedenklich ist, die Konzentrationen an Schadgasen wie CO, NO<sub>x</sub> im Treibgas möglichst gering ist und die Ausgangsstoffe dabei besonders preiswert sind.

**DE 196 43 468 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Feststoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen wie z. B. Fahrer-/Beifahrer-Airbagsysteme etc.

Ein solches Stoffgemisch ist beispielsweise bekannt aus der DE 44 23 088 A1.

Passive Sicherheitseinrichtungen für Kraftfahrzeuge, wie beispielsweise Airbag-Systeme, dienen dazu, im Falle einer Kollision des Fahrzeuges die Fahrzeuginsassen vor Verletzungen zu schützen. Hierzu enthält ein Gaserzeuger in einem Brennraum ein gaserzeugendes Stoffgemisch in Form von Tabletten, Pellets oder Granulat, das nach einer elektrischen Aktivierung ein Treibgas erzeugt, das seinerseits einen Gassack aufbläst, wodurch vermieden wird, daß der Fahrzeuginsasse beispielsweise auf die Windschutzscheibe, das Lenkrad oder das Armaturenbrett aufschlägt.

Als gaserzeugende Stoffgemische sind verschiedene Stoffgemische bekannt. So wird beispielsweise Natriumazid als gasliefernde Hauptkomponente, Kaliumnitrat als Oxidator und Siliziumdioxid eingesetzt, wobei das Siliziumdioxid die bei der Reaktion des Azids mit dem Nitrat gebildeten Stoffe Natrium und Kalium als Schlacke bindet. Ein wesentlicher Nachteil der Verwendung von natriumazidhaltigen Treibstoffen liegt in deren hoher Toxizität, was besondere Maßnahmen unter anderem bei der Herstellung, dem Transport und der Entsorgung erfordert. Nachteilig sind auch die alkalisch reagierenden Verbrennungsrückstände, die eine Verätzungsgefahr hervorrufen können.

Ferner sind gaserzeugende Massen bekannt, die aus einem Alkalimetallazid und einem Metalloxid, meist aus Eisenoxid, bestehen (vgl. DE 24 59 667 A1).

Diese bekannten Stoffgemische weisen jedoch eine geringe Abbrandgeschwindigkeit und eine schlechte Anzündwilligkeit auf.

Weiterhin ist aus der DE 43 17 727 A1 ein Stoffgemisch aus Nitrocellulose und Nitroglycerin bekannt. Solche Treibstoffgemische auf der Basis von Nitrocellulose weisen eine schlechte Temperaturstabilität auf, mit der Folge einer begrenzten Lebensdauer und der Unmöglichkeit diesen Stoff zu recyceln. Darüber hinaus enthalten diese Treibstoffgemische Schwermetallsalze als Abbrandregler, was zusätzlich die Entsorgung erschwert. Von größtem Nachteil dagegen sind die beim Abbrand entstehenden enormen Mengen an Kohlenstoffmonoxid.

Nun sind in den letzten Jahren natriumazidfreie Treibstoffmischungen vorgeschlagen worden (siehe beispielsweise US 4,948,439), die als Hauptkomponente stickstoffreiche organische Verbindungen wie Tetrazole bzw. Tetrazolderivate oder Tetrazolate enthalten. Solche stickstoffhaltigen, organischen Treibstoffgemische weisen dagegen den Nachteil auf, daß bei der Verbrennung neben Kohlenstoffmonoxid in beträchtlichen Mengen auch nitrose Gase  $\text{NO}_x$  freigesetzt werden, so daß die Gefahr einer kombinierten Vergiftung nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Druckschrift US 3,880,595 offenbart Stoffgemische, die auf einer stickstoffreichen organischen Verbindung, wie zum Beispiel Zitronensäure, basieren. Der Nachteil dieser Treibstoffe liegt in deren niedrigen thermischen Stabilität und deren hohen Hygroskopizität sowie in der schlechten Verarbeitbarkeit, insbesondere die nur unter großen Schwierigkeiten durchzuführende Verpressung zu Tabletten bzw. Pellets.

Die US 3,839,105 beschreibt ein aushärtbares Treibmittel auf der Basis verbrennbarer Kunststoffe und hauptsächlich Ammoniumperchlorat (ähnlich Raketentreibstoffen), dem Oxalyldihydrazid als Kühlmittel zugesetzt wird. Die Verwendung der genannten Stoffkombination ist zwingend. Es lassen sich zwar auch Kombinationen mit niedrigen Verbrennungstemperaturen herstellen, diese sind jedoch generell stark sauerstoffunterbilanziert, was zur Bildung hoher Mengen an giftigem Kohlenmonoxid beim Abbrand führt. Die Verwendung von Ammoniumperchlorat erzeugt zudem zu hohe Anteile an toxischem und korrosivem Chlorwasserstoff. Beides ist in höchstem Maße unerwünscht und für die Verwendung in Fahrzeuginsassenschutzsystemen (Airbag) unzulässig.

Nachteilig bei den in der US 5,035,757 beschriebenen gaserzeugenden Gemischen ist die generelle Verwendung von 5-Aminotetrazol (5-ATZ) als Brennstoff. 5-ATZ ist üblicherweise mit einem Mol Kristallwasser ( $\text{CH}_3\text{N}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) erhältlich, das abhängig von der Umgebungstemperatur relativ leicht abgegeben wird. Für den Einsatz in Airbag-Gasgeneratoren ergibt sich hieraus eine Unsicherheitsstelle, so daß 5-ATZ grundsätzlich in getrockneter Form (ohne Kristallwasser) eingesetzt werden muß. In dieser Form ist das Material jedoch äußerst hygroskopisch und erfordert hohen zusätzlichen Aufwand bei Herstellung, Verarbeitung und Montage zur Sicherstellung der heute üblicherweise geforderten 15 Jahre Lebensdauergarantie.

Bei den in der DE 42 09 878 A1 offenbarten Mischungen ist wiederum die oben diskutierte Verwendung von anorganischen Peroxiden nachteilig. Diese sind dafür bekannt, daß sie thermisch und chemisch nur mäßig stabil sind. Es ist zweifelhaft, ob mit diesen Mischungen die hohen Anforderungen, wie sie an Airbag-Gasgeneratoren gestellt werden (z. B. Temperaturlagerung über 400 h bei 105°C), erfüllt werden können.

Aus der DE 44 35 790 A1 ist ein Gasgeneratortreibstoff bekannt, bei dem als Brennstoff unter anderem Guanidinverbindungen verwendet werden, wobei jedoch die Oxidationsmittel grundsätzlich aus der Gruppe der Nitratre stammen. Nachteilig bei der Verwendung von Nitraten als alleinige Oxidatoren ist jedoch die bereits oben erwähnte Erzeugung von hochgiftigen Stickoxiden. Der bekannte Gasgeneratortreibstoff enthält überdies kein Kühlmittel, sondern lediglich eine Trägersubstanz zur Moderation des Abbrandes und zur Verbesserung der Schlackenbildung.

Aus der DE 25 36 099 A1 ist ein pyrotechnisches Mittel bekannt, das bei der Verbrennung ein im wesentlichen nicht giftiges Gas niedriger Temperatur entwickeln soll und als Brennstoff ein kohlenstoffhaltiges Material, Aluminium oder Magnesium, und als Oxidationsmittel unter anderem auch Chlorate und/oder Perchlorate umfaßt. Zusätzlich ist als Binde- und Kühlmittel Magnesiumhydroxid vorgesehen, das sich während der Verbrennung in Magnesiumcarbonat umwandelt. Auch ein Kühlmittelgemisch auf der Basis  $\text{Mg}(\text{OH})_2/\text{MgCO}_3$  ist bei diesem bekannten pyrotechnischen Mittel vorgesehen.

Als Brennstoff wird in der DE 25 36 099 A1 jedoch ausschließlich Kohlenstoff beschrieben. Damit sind aber nachteiligerweise nur sehr geringe Mol-bezogene Gasausbeuten durch die ausschließliche Bildung von  $\text{CO}_2$  zu erzielen. Auch die Abbrandgeschwindigkeiten des bekannten Stoffgemisches sind aufgrund der hohen Anteile an Zuschlagstoffen ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) recht gering, was insbesondere für eine Verwendung in Insassenschutzvorrichtungen wie Airbagsystemen generell sehr ungünstig ist. Außerdem ist bei zwingend vorgeschriebener Verwendung von  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  der Anteil

des verwendeten Kühlmittels in dem bekannten pyrotechnischen Stoffgemisch, der bevorzugt zwischen 35 und 55 Gew.-% liegen soll, unerwünscht hoch.

Die in der eingangs zitierten DE 44 23 088 A1 beschriebenen Mischungen schließlich haben aufgrund der Verwendung stickstofffreier Komponenten zwar den Vorteil, daß bei der Verbrennung keine schädlichen Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) entstehen können, nachteilig sind jedoch die relativ hohen Verbrennungstemperaturen (i.a.  $> 2100 \text{ K}$ ) sowie die Erzeugung großer Mengen an nicht filterbaren Feinstaubpartikeln wie  $\text{KCl}$  (Kp.  $1686 \text{ K}$ , aus der Zersetzung von  $\text{KClO}_4$ ), die unter den Reaktionsbedingungen gasförmig entstehen und größtenteils erst nach dem Ausströmen aus dem Gasgenerator kondensieren. Zudem sind die molbezogenen Gasausbeuten relativ gering (ca.  $16 \text{ Mol/kg}$ ).

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein gaserzeugendes, azid- und schwermetallfreies Treibstoffgemisch bereitzustellen, das aus ungiftigen Komponenten besteht, eine hohe thermische und chemische Stabilität aufweist, gut verarbeitbar und nicht hygroskopisch ist, eine ausreichend hohe Abbrandgeschwindigkeit sowie eine gute Anzündwilligkeit besitzt, wobei die Verbrennungstemperaturen gegenüber bekannten gaserzeugenden Mischungen merklich reduziert sind, der Anteil an gasförmig erzeugten Feinstaubpartikeln geringer ist, ein gut filterbarer, kondensierter Verbrennungsrückstand erzeugt wird, die Treibgaszusammensetzung im wesentlichen unbedenklich ist, die Konzentrationen an Schadgasen wie  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  im Treibgas möglichst gering sind und die Ausgangsstoffe dabei möglichst preiswert sind.

Diese komplexe Aufgabe wird auf ebenso einfache wie überraschend wirkungsvolle Art mit einem Stoffgemisch der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß dieses Stoffgemisch im wesentlichen besteht aus

- a) einem Brennstoff aus der Gruppe der Verbindungen des Guanidins mit einem Anteil von 30 bis 60 Gew.-%;
- b) mindestens einem anorganischen Oxidator aus der Gruppe der Chlorate, Perchlorate oder Mischungen aus diesen, mit einem Anteil von 10 bis 60 Gew.-%; und
- c) einem Kühlmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate mit einem Anteil von 5 bis 30 Gew.-%.

Diese Treibstoffkomponenten sind ungiftig und preiswert sowie recyclingfähig und zudem sehr gut verarbeitbar. Ferner wird mit diesem erfindungsgemäßen Treibstoffgemisch eine hohe Abbrandgeschwindigkeit bei dennoch niedrigen Verbrennungstemperaturen im Vergleich zu Mischungen ohne Carbonate erzielt. Weiter wird durch den Zusatz der Carbonat-Kühlmittel auch eine Verbesserung des Verschlackungsverhaltens und des Feinstaubausstoßes erreicht. Die Verbrennungsrückstände sind ungiftig und das Treibgas selbst weist nur minimale Schadstoffgehalte auf. Schließlich ist das erfindungsgemäße Treibstoffgemisch auch azidfrei und schwermetallfrei und mit geringen Herstellungskosten zu fertigen.

Bevorzugt sind Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stoffgemisches, bei denen das Kühlmittel ein Alkali-, Erdalkali- oder Übergangsmetallcarbonat oder eine Mischung aus diesen ist.

Bei bevorzugten Weiterbildungen dieser Ausführungsformen enthält das Kühlmittel Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat, Zinkcarbonat, Mangancarbonat, Eisencarbonat oder eine Mischung aus diesen.

Besonders günstig ist es, wenn als Kühlmittel ein natürlich vorkommendes Carbonat, insbesondere Marmor, Kreide, Kalkstein, Dolomit, Eisenspat, Manganspat, Zinkspat oder eine Mischung aus diesen verwendet wird.

Besonders bevorzugt enthält das Kühlmittel gekörnten Marmor. Während üblicherweise durch den Zusatz von Kühlmitteln wie  $\text{CaCO}_3$  in feinverteilter Form zu Treibstoffzusammensetzungen die Abbrandgeschwindigkeiten stark reduziert werden, wurde überraschenderweise gefunden, daß die Verwendung von gekörnten, insbesondere natürlichen Materialien wie Marmor, zu keiner Abnahme der Abbrandgeschwindigkeit führt. Es wurde sogar im Gegenteil eine leichte Erhöhung der Abbrandgeschwindigkeit beobachtet. Dieser Effekt ist für den Anwendungszweck in höchstem Maße erwünscht, da einesteiis niedrige Verbrennungstemperaturen sowie die damit verbundene bessere Rückhaltefähigkeit der Verbrennungsrückstände günstig im Hinblick auf die Belastung des Airbag-Materials sind und andererseits hohe Abbrandgeschwindigkeiten für die Funktion zum schnellen und sicheren Aufblasen generell benötigt werden.

Bei besonders vorteilhaften Weiterbildungen weist der gekörnte Marmor eine mittlere Korngröße von über  $50 \mu\text{m}$ , vorzugsweise eine mittlere Korngröße von zwischen  $0,1 \text{ mm}$  und  $0,8 \text{ mm}$  auf.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stoffgemisches enthält der Brennstoff ein Carbonat, ein Hydrogencarbonat, ein Nitrat oder ein organisches Salz einer Guanidinverbindung oder eine Mischung aus diesen.

Die Guanidinverbindung kann dabei aus Guanidin, Aminoguanidin, Diaminoguanidin, Triaminoguanidin, Nitroguanidin oder einer Mischung aus diesen bestehen.

Besonders bevorzugt ist eine Weiterbildung, bei der der Brennstoff feingemahlenes Guanidinnitrat mit einer mittleren Korngröße von weniger als  $20 \mu\text{m}$ , vorzugsweise weniger als  $10 \mu\text{m}$  enthält.

Bei weiteren bevorzugten Ausführungsformen ist vorgesehen, daß das erfindungsgemäße Stoffgemisch zusätzlich einen Abbrandmoderator und/oder ein Verschlackungsmittel aus der Gruppe der Metalloxide, insbesondere  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnO}$  oder einer Mischung aus diesen mit einem Anteil von bis zu 55 Gew.-%, vorzugsweise  $\leq 20 \text{ Gew.-%}$  enthält. Diese Metalloxide wirken gleichzeitig als weitere Oxidatoren.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung schließlich enthält das Stoffgemisch zusätzlich ein Verarbeitungshilfsmittel aus der Gruppe Graphit, Talkum, Bentonit, Bornitrid, Polyethylenglykole, Magnesiumstearat, Zinkstearat, Zellulose, Methylzellulose oder einer Mischung aus diesen mit einem Anteil bis zu 5 Gew.-%.

In den Rahmen der vorliegenden Erfindung fällt auch ein Feststoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen wie z. B. Fahrer-/Beifahrer-Airbagsystemen etc., mit einem Brennstoff, einem Oxidator und einem Kühlmittel, bei dem das Kühlmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate gewählt ist, einen Anteil von mindestens 5 Gew.-% im Feststoffgemisch umfaßt und in grob gekörnter Form vorliegt. Wie oben diskutiert, wird damit beim Abbrand der Stoffmischung ein merklicher Kühleffekt sowie eine verbesserte Rückhaltefähigkeit der bei der Verbrennung entstehenden Schlackstoffe erzielt, wobei jedoch wegen der groben Körnung des verwendeten Carbonat-Kühlmittels die Abbrandgeschwindigkeit nicht reduziert, sondern

sogar mitunter leicht erhöht wird.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Im folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Feststoffmischung zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen mit einem Brennstoff aus der Gruppe der Verbindungen des Guanidins, mindestens einem anorganischen Oxidator aus der Gruppe der Chlorate, Perchlorate oder Mischungen aus diesen sowie einem Kühlmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate sowie ein Vergleichsbeispiel einer Mischung ohne Carbonatkühlmittel beschrieben und gegenübergestellt:

#### Ausführungsbeispiel 1

300 g feingemahlenes Guanidinnitrat mit einer mittleren Korngröße von ca. 9 µm und 300 g feingemahlenes Kaliumperchlorat mit einer mittleren Korngröße von ca. 11 µm werden durch dreimaliges Durchreiben durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 315 µm gemischt. Anschließend werden 90 g gekörnter Marmor mit einem Kornbereich von 100 µm–800 µm hinzugefügt und das gesamte Gemisch z. B. in einem Doppelkonusmischer homogenisiert.

Die erhaltene Masse kann direkt auf einer Rundläuferpresse, wie sie üblicherweise in der pharmazeutischen Industrie verwendet wird, zu Tabletten mit dem gewünschten Durchmesser verpreßt werden.

#### Ausführungsbeispiel 2

180 g feingemahlenes Guanidincarbonat mit einer mittleren Korngröße von ca. 9 µm und 420 g feingemahlenes Kaliumperchlorat mit einer mittleren Korngröße von ca. 11 µm sowie 90 g gekörnter Marmor mit einem Kornbereich von 100 µm–800 µm werden analog der im 1. Ausführungsbeispiel angegebenen Weise verarbeitet und zu Tabletten verpreßt.

#### Vergleichsbeispiel

300 g feingemahlenes Guanidinnitrat mit einer mittleren Korngröße von ca. 7 µm und 300 g feingemahlenes Kaliumperchlorat mit einer mittleren Korngröße von ca. 10 µm werden 3 Stunden in einer Kugelmühle gemischt und anschließend analog Ausführungsbeispiel 1 zu Tabletten gleicher Größe verpreßt.

Jeweils 38 g Tabletten (4 mm × 1,5 mm) aller drei oben beschriebenen Mischungen wurden in einen üblichen Airbag-Gasgenerator gefüllt und mittels einer geeigneten elektrischen Anzüeinheit, wie sie serienmäßig verwendet wird, gezündet.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die prozentualen Verhältnisse der Komponenten der jeweiligen Treibstoffmischung sowie die Verbrennungstemperaturen in Kelvin angegeben:

Tabelle 1

Zusammensetzung [%]	Ausführungsbeispiel 1	Ausführungsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel
Guanidinnitrat	43,5		
Guanidincarbonat		26,1	50
Kaliumperchlorat	43,5	60,9	50
gekörntes CaCO <sub>3</sub>	13,0	13,0	-
Verbrennungstemperatur [K]	1929	1888	2133

Gegenüber dem Vergleichsbeispiel ohne Carbonatkühlmittel zeigt sich, daß die Ausführungsbeispiele 1 und 2 der erfindungsgemäßen Treibstoffmischungen eine erheblich geringere Verbrennungstemperatur aufweisen.

In der nachfolgenden Tabelle 2 ist das Emissionsverhalten sowie das Abbrandverhalten der Mischung nach Ausführungsbeispiel 1 dem der Mischung nach dem Vergleichsbeispiel gegenüber gestellt:

Tabelle 2

Emission	Ausführungs- beispiel 1	Vergleichsbeispiel
gesamter Feststoff- ausstoß (g)	< 1	5,25
Feinstaub (mg)	370	> 600
Abbranddauer (ms)	36	41

Es zeigt sich, daß die erfindungsgemäße Treibstoffmischung eine relativ hohe Abbrandgeschwindigkeit, also eine geringe Abbranddauer und eine ganz erheblich niedrigere Feststoffemission, insbesondere eine sehr viel geringere Feinstaubemission als die Mischung nach dem Vergleichsbeispiel, die keine Carbonatkülmittel enthält, bewirkt. Damit ist das Verschlackungsverhalten bei der erfindungsgemäßen Mischung gegenüber dem Vergleichsbeispiel ganz erheblich verbessert.

#### Patentansprüche

1. Feststoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen wie z. B. Fahrer-/Beifahrer-Airbagsysteme etc., **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses Feststoffgemisch im wesentlichen besteht aus
  - a) einem Brennstoff aus der Gruppe der Verbindungen des Guanidins mit einem Anteil von 30 bis 60 Gew.-%; mindestens einem anorganischen Oxidator aus der Gruppe der Chlorate, Perchlorate oder Mischungen aus diesen, mit einem Anteil von 10 bis 60 Gew.-%; und
  - c) einem Külmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate mit einem Anteil von 5 bis 30 Gew.-%.
2. Feststoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen wie z. B. Fahrer-/Beifahrer-Airbagsystemen etc., mit einem Brennstoff, einem Oxidator und einem Külmittel, dadurch gekennzeichnet, daß das Külmittel aus der Gruppe der anorganischen Carbonate gewählt ist, einen Anteil von mindestens 5 Gew.-% im Feststoffgemisch umfaßt und in grob gekörnter Form vorliegt.
3. Stoffgemisch nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Külmittel ein Alkali-, Erdalkalioder Übergangsmetall-Carbonat oder eine Mischung aus diesen ist.
4. Stoffgemisch nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Külmittel Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat, Zinkcarbonat, Mangancarbonat, Eisencarbonat oder eine Mischung aus diesen ist.
5. Stoffgemisch nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Külmittel ein natürlich vorkommendes Carbonat, insbesondere Marmor, Kreide, Kalkstein, Dolomit, Eisenspat, Manganspat, Zinkspat oder eine Mischung aus diesen ist.
6. Stoffgemisch nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Külmittel gekörnten Marmor enthält.
7. Stoffgemisch nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der gekörnte Marmor eine mittlere Korngröße > 50 µm, vorzugsweise eine mittlere Korngröße zwischen 0,1 mm und 0,8 mm aufweist.
8. Stoffgemisch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff ein Carbonat, ein Hydrogencarbonat, ein Nitrat oder ein organisches Salz einer Guanidinverbindung oder eine Mischung aus diesen enthält.
9. Stoffgemisch nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Guanidinverbindung Guanidin, Aminoguanidin, Diaminoguanidin, Triaminoguanidin, Nitroguanidin oder eine Mischung von diesen umfaßt.
10. Stoffgemisch nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff feingemahlenes Guanidinnitrat mit einer mittleren Korngröße < 10 µm enthält.
11. Stoffgemisch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Stoffgemisch zusätzlich einen Abbrandmoderator und/oder ein Verschlackungsmittel aus der Gruppe der Metalloxide, insbesondere B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CuO, Cu<sub>2</sub>O, ZnO oder einer Mischung aus diesen mit einem Anteil von 0 bis 55 Gew.-%, vorzugsweise ≤ 20 Gew.-% enthält.
12. Stoffgemisch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Stoffgemisch zusätzlich ein Verarbeitungshilfsmittel aus der Gruppe Graphit, Talkum, Bentonit, Bornitrid, Polyethylenglykole, Magnesiumstearat, Zinkstearat, Zellulose, Methylzellulose oder einer Mischung aus diesen mit einem Anteil bis zu 5 Gew.-% enthält.

- Leerseite -